

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МНОГОСЕКЦИОННОЙ ДИАФРАГМЫ ПО КОЭФФИЦИЕНТУ ОТРАЖЕНИЯ

Деревянчук Е.Д.

ПГУ, Россия, 440026, Пенза, ул. Красная, 40, 8(8412)368096,
catherinderevyanchuk@rambler.ru

Определение электромагнитных параметров композитных, нано- материалов является одной из актуальных проблем электродинамики, так как применение известных методов на практике, как правило, невозможно из-за композитного характера материалов и малых размеров образцов. Поэтому для решения данной задачи применяются методы математического моделирования [1]. В данной работе предложен численно-аналитический метод решения обратной задачи по определению комплексной диэлектрической проницаемости многосекционной диафрагмы в прямоугольном волноводе по известному коэффициенту отражения. Предполагается, что диафрагма состоит из n секций, имеющих диэлектрические проницаемости, зависящие от частоты: $\varepsilon_j(\omega) = \varepsilon_j^1 + i\sigma_j/\omega$, где ε_j^1 действительная часть комплексной проницаемости, а σ_j проводимость ($j = 1, 2, \dots, n$). Данная задача сводится к решению системы нелинейных трансцендентных уравнений, решая которую, мы получаем следующую рекуррентную зависимость n неизвестных проницаемостей от измеренного коэффициента отражения (который мы обозначаем B/A). Дублируя данную зависимость при различных частотах, мы получаем следующую систему n нелинейных уравнений с n неизвестными:

$$\frac{B(\omega_k)}{A(\omega_k)} = \frac{\gamma_n(\omega_k) p_{n+1}^-(\omega_k) + \gamma_0(\omega_k) q_{n+1}^-(\omega_k)}{\gamma_n(\omega_k) p_{n+1}^+(\omega_k) + \gamma_0(\omega_k) q_{n+1}^+(\omega_k)}, \quad j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} \gamma_{n+1} &= \gamma_0, \alpha_j = \gamma_j(l_j - l_{j-1}), \gamma_j = \gamma_j(\omega) = \sqrt{\omega^2 \mu_0 \varepsilon_j^1 + \omega \mu_0 \sigma_j - \pi^2/a^2} \\ p_1 &= 1; p_2^\pm = \gamma_0^\pm p_1 \cos \alpha_1 \pm \gamma_1^\pm q_1 i \sin \alpha_1, p_{j+1}^\pm = \gamma_{j-1}^\pm p_j \cos \alpha_j + \gamma_j^\pm q_j i \sin \alpha_j, \\ q_1 &= 1; q_2^\pm = \gamma_0^\pm p_1 i \sin \alpha_1 \pm \gamma_1^\pm q_1 \cos \alpha_1, q_{j+1}^\pm = \gamma_{j-1}^\pm p_j i \sin \alpha_j + \gamma_j^\pm q_j \cos \alpha_j \end{aligned} \quad (2)$$

Решая систему (1) численным методом Левенберга-Марквардта, мы находим все неизвестные диэлектрические проницаемости. Данный метод может применяться для определения электрофизических параметров композитных материалов.

Литература

1. Smirnov, Yu.G, Shestopalov, Yu.V., and Derevyanchuk, E.D.: Permittivity reconstruction of layered dielectrics in a rectangular waveguide from the transmission coefficients at different frequencies. Inverse Problems and Large-Scale Computations, Series: Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Vol. 52, 2013.